

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.

PCT/EP 00 / 0 8 2 3 2

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



EPO - Munich  
12

28. Sep. 2000

EP 00/08232  
EU

## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 199 53 963.4

**Anmeldetag:** 09. November 1999

**Anmelder/Inhaber:** Voith Turbo GmbH & Co KG,  
Heidenheim an der Brenz/DE

**Bezeichnung:** Gelenkgabel, Verfahren zur Herstellung einer  
Stützfläche zur Realisierung einer gleichmäßigen  
Lastverteilung und Lageranordnung

**Priorität:** 25.08.1999 DE 299 14 893.9

**IPC:** F 16 D 3/41

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 14. September 2000  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

Ebert

**PRIORITY  
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

## Gelenkgabel, Verfahren zur Herstellung einer Stützfläche zur Realisierung einer gleichmäßigen Lastverteilung und Lageranordnung

5 Die Erfindung betrifft eine Gelenkgabel, im einzelnen mit den Merkmalen aus dem Oberbegriff des Anspruches 1; ferner ein Verfahren zur Herstellung einer Stützfläche zur Realisierung einer gleichmäßigen Lastverteilung auf die Wälzkörper einer Lageranordnung für Zapfen von Zapfenkreuzen in einer Gelenkgabel und eine Lageranordnung zur Lagerung eines Zapfens in einer Gelenkgabel.

15 Gelenkgabeln für den Einsatz in Gelenkwellen dienen der Kopplung zwischen einem antriebsseitigen Maschinenelement und einem abtriebsseitigem Maschinenelement. Zu diesem Zweck weisen diese wenigstens einen Fußteil, welcher mit dem an- oder abtriebsseitigem Maschinenelement koppelbar ist und Lagertelle zur Abstützung der Zapfen eines zur Drehmomentenübertragung verwendeten Zapfenkreuzes auf. Die Gelenkgabel kann dabei einteilig oder mehrteilig, vorzugsweise zweiteilig in Form von zwei Gelenkgabelhälften, umfassend jeweils einen Fußteil und einen Lagerteil,

ausgeführt sein. Lagerungen für Zapfen von Zapfenkreuzen in der Gelenkgabel, beziehungsweise den einzelnen Gelenkgabelhälften sind in einer Vielzahl von Ausführungen für eine Vielzahl von Einsatzbeispielen bekannt. Stellvertretend wird dazu auf die nachfolgend genannten Druckschriften verwiesen:

- 25 1. Sonderdruck VOITH Forschung und Konstruktion, Heft 33, (1989, Aufsatz 10: "Entwicklung wälzgelagerter Gelenkwellen für die Hauptantriebe schwerer Walzgerüste")
2. DE 35 44 253 C1
3. DE 34 46 495 C2

Diese Druckschriften offenbaren Ausführungen von Kreuzgelenkanordnungen für Gelenkwellen, bei welcher zur Anwendung des Zapfenkreuzes in der Gelenkgabel die dafür vorgesehene Lageranordnung wenigstens ein Radiallager und vorzugsweise zusätzlich auch ein Axiallager umfassen. Das Radiallager ist dabei als Wälzlager ausgeführt und umfaßt wenigstens einen Innen- und einen Außenring, wobei diese jeweils die Laufbahnen für die Wälzkörper bilden. Die Problematik dieser Lageranordnungen für die Zapfen von Zapfenkreuzen von Gelenkwellen besteht dabei im wesentlichen darin, daß die einzelnen Wälzlager durch hohe Drehmomentstöße und gleichzeitig Querschleunigungen beansprucht werden. Die stoßartigen Belastungen bei großen und sich rasch verändernden Beugewinkeln verursachen dabei elastische Verformungen in der Gelenkgabel sowohl im Bereich der Fuß- bzw. Anschlußteile, als auch innerhalb der Lagerbohrung des Lagerteiles. Die Bohrung weitet sich auf und nimmt in der Regel eine unrunde Form an. Die größte Verformung am Zapfenkreuz verursacht jedoch die Einleitung der Umfangskraft. Ihre Richtung oszilliert mit dem positiven oder negativen Wert des Betriebsbeugewinkels und wechselt außerdem mit jedem Reversiervorgang. Diese betriebs- sowie konstruktionsbedingten Einflüsse

ergeben Fluchtungsfehler mit einer ungünstigen Lasteinleitung in die Lager, nämlich einen Mittenversatz der Lagerbohrung/Schrägstellung der Lagerbohrung, Durchbiegung des Zapfens, ein Radialspiel im Wälzlager und die Einfederung des Wälzlagers. Diese Problematik kommt besonders bei einer relativ starren Lagerumgebung in der Gelenkgabel und beim Einsatz in schweren Gelenkwellen zum Tragen. Die Folge davon ist eine ungleichmäßige radiale Druckverteilung in der Lagerbohrung, welche von einer Linien- zur Punktberührung an den Kontaktstellen der Wälzkörper des Radiallagers und zu überhöhten Kantenspannungen führt.

Die größte Verformung während des Betriebes beim Einsatz in Gelenkwellen erfolgt im Bereich der Wurzeln der einzelnen Zapfen eines Zapfenkreuzes, da hier die Krümmung der Biegelinie analog dem Biegemoment am größten ist.

5 Für das Radiallager ergibt sich dabei unter dem Einfluß der Umfangskraft eine erhöhte Beanspruchung der Wälzkörper in Umfangsrichtung im Bereich der Lagerbohrung, was erhöhte Kantenspannungen in einem Segment des Radiallagers bedingt, während am gegenüberliegenden Segment ein Abheben der Rollen zu beobachten ist. Dies führt zu einer drastischen Tragzahlminderung.

15 Das ungleichmäßige Tragverhalten führt des weiteren auch zu einer ungleichmäßigen Belastung der einzelnen Elemente der Lageranordnung, insbesondere der Laufbahnen. Diese ist durch Materialabtrag im Bereich der hoch beanspruchten Stellen charakterisiert. Um diesen zu vermeiden, wurden daher bisher die Laufbahnen einer entsprechenden Oberflächenbehandlung unterzogen, welche die negativen Einflüsse einer ungleichen Lasteinleitung weitestgehend vermeiden sollen. Diese Lösung ist jedoch sehr kostenintensiv. Des weiteren erlaubt eine derartige Lösung nur bedingt die Verwendung standardisierter Lageranordnungen für Gelenkwellen.

25 Zur Verhinderung der Tragzahlminderung schlagen die einzelnen Ausführungen der oben genannten Druckschriften Lösungen vor, welche bei der konstruktiven Ausführung, insbesondere der Auslegung der einzelnen Bauelemente, immer auf die möglicherweise auftretenden Verformungswege abstellen, um mit einer eigentlich gewünschten steifen Lageranschlußkonstruktion ein gutes Tragbild und damit eine hohe Lebensdauer der Lager zu erzielen. Derartige Lösungen sind jedoch konstruktiv sehr aufwendig und daher auch kostenintensiv.

30 Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Lösung zur Realisierung einer möglichst gleichmäßigen Lastverteilung auf die Lageranordnung zur Lagerung von Zapfen von Zapfenkreuzen in Gelenkgabeln von Gelenkwellen zu entwickeln, welche durch einen einfachen Aufbau sowie eine geringe Anzahl von Bauteilen charakterisiert ist. Des weiteren soll die vorgeschlagene

Lösung sich durch einen geringen fertigungstechnischen Aufwand sowie niedrige Kosten auszeichnen.

5 Die erfindungsgemäße Lösung ist durch die Merkmale der Ansprüche 1, 14 und 16 charakterisiert. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind jeweils in den Unteransprüchen wiedergegeben.

Die Gelenkgabel für den Einsatz in Gelenkwellen umfaßt wenigstens einen Fußteil zum Anschluß an ein antriebsseitiges oder abtriebsseitiges Maschinenelement und wenigstens einen Lagerteil, mit einer Lagerbohrung zur Lagerung eines Zapfens einer Zapfenkreuzanordnung. Die Lagerbohrung bildet dabei eine Stützfläche für wenigstens einen Teil einer Wälzlageranordnung zur Lagerung eines Zapfens von Zapfenkreuzen. Erfindungsgemäß weist die Stützfläche wenigstens im Bereich der im  
15 montierten Zustand bei Drehmomentenübertragung am höchsten beanspruchten Wälzkörper der Wälzlageranordnung eine örtliche Ausnehmung auf.

Die Lage und/oder das Profil der Ausnehmung wird dabei vom Belastungsfall bestimmt, welcher durch wenigstens eine der nachfolgend genannten Größen charakterisierbar ist:

- 25 a) Höhe der zu übertragenden Kraft und/oder  
b) Geometrie der Lageranschlußelemente, insbesondere Zapfenkreuz, Gelenkgabel und/oder  
c) Verformungen bzw. Verformungswege unter Last, insbesondere der Lageranschlußelemente Gelenkgabel und Zapfenkreuz sowie der Einzelelemente der Lageranordnung, insbesondere Wälzkörper und/oder  
30 d) Lagerspiel.

5 Durch die erfindungsgemäße Lösung wird es möglich, daß bei Leistungsübertragung die Radialkräfte nahezu gleichmäßig vom in der Gelenkgabel gelagerten Zapfenkreuz in die Lageranordnung eingeleitet werden und auf die Lageranschlüsselemente, das heißt die Gelenkgabel, übertragen werden. Die Lagerbohrung der Gelenkgabel, welche im Lagerteil der Gelenkgabel eingearbeitet ist, erfährt dabei eine erhebliche Entlastung, welche bei circa 40 % liegt. Die einzelnen Wälzkörper erfahren unter dem Einfluß der Umfangskraft in Umfangsrichtung bei Verformung des Zapfenkreuzes und mit dem Einfluß der Umfangskraft ein nahezu gleichmäßiges Aufliegen an der äußeren Laufbahn, was zu einem gleichmäßigen Abwälzen und damit einer gleichmäßigen Kraftübertragung auf das die äußere Laufbahn tragende Element und das an dieses sich anschließende Element ermöglicht.

15 Die erfindungsgemäße Lösung zeichnet sich des weiteren durch einen geringen konstruktiven und fertigungstechnischen Aufwand aus. Die mit dieser Lösung erzielbare Lebensdauererhöhung für die Lageranordnungen durch Schaffung einer Stützfläche zur gleichmäßigen Lastverteilung an den

Wälzkörpern beträgt circa 40 %. Der bei konventionellen Ausführungen mit einer parallelen Stützfläche zum Außenumfang der Lageranordnung ansonsten entstehender Abrieb wird durch das Vorsehen von örtlichen Ausnehmungen in der Stützfläche in den Bereichen, welche der Abstützung der Wälzelemente beziehungsweise Wälzkörper, welche am höchsten belastet werden, dient, wird vermieden, da in diesem Bereich die an der Stützfläche wirksam werdenden Kräfte unter anderem durch Verformung reduziert werden.

25 Die erfindungsgemäße Lösung ist für Gelenkgabeln anwendbar, welche einteilig oder mehrteilig ausgeführt sind. Im erstgenannten Fall umfaßt die  
30 Gelenkgabel einen Fußteil und zwei Lagerteile mit jeweils einer Lagerbohrung. Im zweiten Fall umfaßt jede Gelenkgabelhälfte einen Fußteil und einen

Lagerteil, wobei die beiden Gelenkgabelhälften in axialer und/oder radialer Richtung miteinander verbindbar sind.

- 5 Vorzugsweise werden in Abhängigkeit der theoretisch zu erwartenden Belastung die Ausnehmungen in der Stützfläche in Einbaulage im Betriebszustand betrachtet bei Drehmomentenübertragung in den in Umfangsrichtung weisenden Flächenbereichen der Stützfläche angeordnet.

- 10 In einer weiteren vorteilhaften Ausführung erfolgt die Anordnung der örtlichen Ausnehmungen in der Stützfläche symmetrisch bezogen auf die Zapfenachse des in der Gelenkgabel gelagerten Zapfens eines Zapfenkreuzes und/oder symmetrisch bezogen auf eine Ebene, welche durch die Gelenkachse und die Zapfenachse des in der Gelenkgabel gelagerten Zapfens beschreibbar ist. Die symmetrische Ausführung der Stützfläche ermöglicht den Einsatz in einer
- 15 Gelenkwelle unabhängig von der gewünschten Rotationsrichtung der Gelenkwelle, worauf in diesem Fall beim Einbau der Gelenkgabeln nicht geachtet werden muß.

- 20 Für die Ausführung der örtlich in der Stützfläche vorzunehmenden Ausnehmungen bestehen eine Vielzahl von Möglichkeiten. Die Ausnehmung kann dabei durch wenigstens eine der nachfolgend genannten Größen beschrieben werden:
- 25 a) Profil der Ausnehmung parallel zur Zapfenachse des in der Gelenkgabel zu lagernden Zapfens in Richtung zur Gelenkachse hin betrachtet in einer Ebene, welche senkrecht zur Ebene, die sich durch die Gelenkachse und die Zapfenachse beschreiben läßt, ausgerichtet ist und/oder
- b) Erstreckung der Ausnehmung in Richtung zur Gelenkachse parallel zur Zapfenachse betrachtet und/oder



- 5
- c) Erstreckung der Ausnehmung in radialer Richtung bezüglich der Zapfenachse in Einbaulage des Zapfens betrachtet, insbesondere in Umfangsrichtung der Stützfläche und/oder
  - d) Änderung des Profils über die Erstreckung in Richtung zur Gelenkachse parallel zur Zapfenachse und/oder
  - e) Änderung in Richtung der Erstreckung der Ausnehmung in Umfangsrichtung.

15

Das Profil wiederum ist durch die Profiltiefe, die Profilbreite und die Form charakterisiert. Vorzugsweise werden Profilverläufe erzeugt, die sich auf einfache Art und Weise mit möglichst einem Arbeitsgang herstellen lassen. In einer bevorzugten Ausführung verringert sich dabei die Profilbreite und die Profiltiefe von der Außenfläche der Gelenkgabel in Richtung der Gelenkachse parallel zur Zapfenachse des in der Gelenkgabel gelagerten Zapfens betrachtet. Mit dieser Ausführung werden die besonders hohen Belasungen auf die im Bereich der Außenfläche der Gelenkgabel angeordneten Lagerteile drastisch reduziert.

In einer Weiterentwicklung ist es vorgesehen, die Oberfläche der Stützfläche einer speziellen Oberflächenbehandlung zu unterziehen. Diese Oberflächenbehandlung dient der Beeinflussung der mechanischen Eigenschaften des Bauelementes Gelenkgabel im Bereich der Lagerbohrung.

25

Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung ist es vorgesehen, die Stützfläche beziehungsweise einen Teil der Stützfläche mit einer Perforation zu versehen. Dadurch wird die Stützstruktur in ihrer Gesamtheit elastisch oder plastisch verformbar, so daß die Kraftspitzen durch Verformungsarbeit abgebaut werden.

30

Vorzugsweise wird eine Ausführung der Ausnehmung gewählt, welche mit möglichst wenig Arbeitsaufwand, das heißt wenigen Bearbeitungsschritten aus

der bereits vorhandenen Lagerbohrung erzeugt werden kann. Als mögliche Arbeitsverfahren gelangen dabei die nachfolgend genannten zum Einsatz:

- Schleifen
- Fräsen
- 5 - die Verwendung von CNC-Spindeln, für die eine von der Kreisgeometrie abweichende Geometrie programmiert wird
- Erosion, insbesondere Funkenerosion
- Verdichten
- Auftragen von Beschichtungsmaterial, beispielsweise Verchromung
- Schaben
- Perforieren

15 Im einfachsten Fall wird lediglich die zur Erzeugung der Lagerbohrung eingesetzte Werkzeugspindel zur Erzeugung der Ausnehmung in Umfangsrichtung um einen bestimmten Winkel um die Zapfenachse des in der Gelenkgabel zu lagernden Zapfens eines Zapfenkreuzes, welche der theoretischen Mittenachse der Lagerbohrung entspricht, geneigt und der Bearbeitungsvorgang noch einmal durchgeführt.

25 Die erfindungsgemäße Lösung ist des weiteren für jegliche Ausführung von Gelenkgabeln geeignet. Dabei ist es unerheblich, ob die Lagerbohrung durchgängig gestaltet ist oder aber eine geschlossene Ausführung aufweist, das heißt, daß die Lagerbohrung lediglich in die Gelenkgabel als Blindbohrung eingearbeitet ist.

Entsprechend einem weiteren Lösungsansatz ist die örtliche Ausnehmung bereits am Außenring des Radiallagers im Bereich der bei Drehmomentübertragung höchst beanspruchten Wälzelemente eingearbeitet.

30 Die erfindungsgemäße Lösung wird nachfolgend anhand von Figuren erläutert. Darin ist im einzelnen folgendes dargestellt:

Figur 1 verdeutlicht in schematisch vereinfachter Darstellung eine erfindungsgemäß gestaltete Gelenkgabelhälfte mit einer Ausnehmung in der Stützfläche;

5      Fig.2a      verdeutlichen einander gegenübergestellt die Problematik der  
und 2b      ungleichmäßigen Beanspruchung der Wälzkörper bei  
Drehmomentenübertragung in Umfangsrichtung betrachtet für  
eine konventionelle Lagerausführung aus dem Stand der  
Technik mit zylindrischen, das heißt parallel zueinander  
ausgeführten Laufflächen und die sich einstellende  
Kraftverteilung für den Einsatz in Schwergelenkwellen sowie die  
sich einstellende Kraftverteilung an einer erfindungsgemäß  
gestalteten Lagerbohrung;

15      Figur 3      verdeutlicht in schematisch vereinfachter Darstellung anhand  
einer Schnittdarstellung durch eine Gelenkgabelhälfte ein  
bevorzugtes Verfahren zur Herstellung der Stützkonstruktion.

Die Figuren 2a1 bis 2a4 verdeutlichen in schematisch vereinfachter und nicht maßstäblicher Darstellung die sich bei einer konventionellen Ausführung einer Gelenkgabel mit zylindrischer Stützfläche in der Lagerbohrung einstellende Verformungen und damit die Kraftverteilung in der Lageranordnung. Dazu ist ein Ausschnitt aus einer Kreuzgelenkanordnung 1 für eine Zapfenlagerung 2 in Einbaulage in einer Schnittdarstellung durch ein in der Gelenkgabel 4 gelagertes Zapfenkreuz 3 in einer durch die Zapfenachse Z1 und einer senkrechten zur Gelenkachse G beschreibbaren Ebene nicht maßstäblich dargestellt. Die Figuren 2a1 und 2a2 verdeutlichen dabei lediglich die Lagerung eines Zapfens 6 der Zapfenanordnung 5 in einer ersten Gelenkgabelhälfte 4.1 der Gelenkgabel. Mit strichpunktierten Linien sind dabei die Ausgangslagen ohne Belastung der einzelnen Lageranschlußelemente Zapfenkreuz 3 und Gelenkgabelhälfte 4.1 dargestellt. Die durchgängigen

25

30

Linien verdeutlichen die sich unter dem Einfluß der Umfangskraft einstellenden Verformungen an den Lageranschlußelementen Zapfenkreuz 3 und Gelenkgabelhälfte 4.1. Die Gelenkgabelhälfte 4.1 umfaßt einen Fußteil 7 und einen Lagerteil 8, in welchem eine Lagerbohrung 9 angeordnet ist. Die Lagerbohrung 9 bildet dabei eine Stützfläche 10 zur Abstützung wenigstens eines Teiles einer, hier im einzelnen nicht dargestellten Wälzlageranordnung zur Lagerung des Zapfens 6 des Zapfenkreuzes 3 in der Lagerbohrung 9 der Gelenkgabelhälfte 4.1. Die aufgrund des Neigungswinkels  $\alpha$  der Zapfenbiegeline sich einstellende Schrägstellung  $\beta_g$  der Lagerbohrung bewirkt, daß die einzelnen Elemente der hier im einzelnen nicht dargestellten Wälzlageranordnung, welche in der Lagerbohrung 9 zur Lagerung des Zapfens 6 vorgesehen ist, nicht in entsprechender Weise parallel zueinander unter Belastung geführt werden können, sondern eine Neigung der laubahntragenden Elemente der Lageranordnung und damit der Wälzkörper erfolgt. Unter dem Einfluß der Umfangskraft kommt es des weiteren zu einer Verschiebung  $f_g$  der Lagerbohrung 9. Der Gesamtweg der sich einstellenden Verschiebungen ist mit  $f_a$  gekennzeichnet.  $\gamma$  gibt in der Figur 2a den Gesamtverdrehwinkel an.

Die aus diesen dargestellten Verformungen resultierenden Kraftverteilungen für die Wälzlageranordnung 11 sind in den Figuren 2a3 und 2a4 in zwei Ansichten wiedergegeben. Die Figur 2a3 verdeutlicht dabei eine Ansicht gemäß der Figur 2a2, während die Figur 2a4 noch einmal die Ansicht gemäß der Figur 2a1 jedoch mit dargestellter Wälzlageranordnung 11 und einem Ausschnitt aus dem Zapfenkreuz ohne Gelenkgabelhälfte verdeutlicht.

Die Wälzlageranordnung 11 umfaßt wenigstens ein Radiallager 12 mit jeweils einem Außenring 13, den Wälzelementen 14 und einem Innenring 15. Der Innenring 15 bildet dabei eine erste innere Laufläche 16 für die Wälzelemente 14, während der Außenring 13 eine zweite äußere Laufläche 17 für die Wälzelemente 14 bildet. Das Vorhandensein von Innenring 15

beziehungsweise Außenring 13 ist nicht zwingend erforderlich. Denkbar sind auch Ausführungen der Wälzlageranordnung 11, bei welchen die Lageranschlußelemente, im einzelnen das Zapfenkreuz 3 beziehungsweise der Zapfen 6 und die Gelenkgabelhälfte 4.1 als laufbahntragende Elemente fungieren.

5

Aus den Figuren 2a3 und 2a4 wird ersichtlich, daß unter dem Einfluß der Umfangskraft die sich einstellende Kraftverteilung auf die Wälzelemente 14 der Wälzlageranordnung 11 im Bereich der Außenfläche 18 der Gelenkgabelhälfte 4.1 und in den Flächenbereichen der Stützfläche 10, welche in Umfangsrichtung weisen und die hier mit 19 bezeichnet sind, am größten ist. Die Kräfte ergeben sich dabei aus den auf die Stützfläche 10 wirkenden Druckspannungen, die wiederum durch die Axiallast, Biegung und Radiallast bestimmt werden. Die Umfangskraft oder Tangentialkraft auf die Wälzelemente 11 in Richtung der Stützfläche 10 sind in diesen Bereichen am größten, während in Umfangsrichtung betrachtet am, bezogen auf die Symmetrieachse  $S_{QH}$  der Gelenkgabelhälfte 4.1, welche senkrecht zur Lagerbohrungsachse, welche der Zapfenachse Z1 des in der Lagerbohrung 9 gelagerten Zapfens 6

15

der Zapfenanordnung 5 entspricht, verläuft, symmetrisch angeordnet sind, ein Abheben der Wälzelemente 14 zu beobachten ist. Dieses nicht flächige Anliegen der Wälzelemente 14 an den Laufbahnen beziehungsweise den die Laufbahnen für die Wälzelemente 14 bildenden Elementen, insbesondere dem Außenring 13 und dem Innenring 15 führt zu einer Minderung der Tragfähigkeit der gesamten Wälzlageranordnung 11. Die ungleichmäßigen Belastungen auf die Lageranschlußelemente, insbesondere den Lagerteil 8 der Gelenkgabelhälfte 4.1 führen zu entsprechenden Ermüdungserscheinungen in den hoch belasteten Bereichen.

25

Erfindungsgemäß wird daher vorgeschlagen, die Stützfläche 10, welche von der Lagerbohrung 9 gebildet wird, örtlich in den Bereichen, welche die höchstbelasteten Wälzelemente 14 der Wälzlageranordnung 11 abstützen, mit

30

5 Ausnehmungen 20 zu versehen. Aus Gründen der Verdeutlichung ist die Gelenkgabelhälfte 4.1 am dargestellten Fall geschnitten wiedergegeben, während die in die Stützfläche 10 eingearbeitete örtliche Ausnehmung 20 doppelt schraffiert wiedergegeben ist. Daraus wird ersichtlich, daß die örtliche

15 Ausnehmung 20 sich im wesentlichen von der Außenfläche 18 der Gelenkgabelhälfte 4.1 in Richtung der Gelenkachse parallel zur Zapfenachse Z1 erstreckt, vorzugsweise wie in der Figur 1a wiedergegeben über die gesamte Erstreckung der Lagerbohrung 9 in Richtung parallel zur Zapfenachse Z1. Des weiteren erstreckt sich die Ausnehmung 20 in Umfangsrichtung, das heißt in radialer Richtung bezogen auf die Zapfenachse Z1 betrachtet in der Lagerbohrung 9. Die Erstreckung in Umfangsrichtung erfolgt dabei über die Erstreckung in Richtung zur Gelenkachse G parallel zur Zapfenachse Z1 mit unterschiedlicher Größe. Entsprechend der sich gemäß

25 den Figuren 2a3 und 2a4 bei einer konventionellen Ausführung mit zylindrischer Lagerbohrung 9 darstellenden Belastung weist die Ausnehmung 20 im Bereich der Außenfläche 18 der Gelenkgabelhälfte 4.1 in der Lagerbohrung 9 die größten Abmessungen hinsichtlich der Tiefe t und der Erstreckung in Umfangsrichtung, hier als Breite b bezeichnet, auf. In Richtung

---

30 der Gelenkachse verringern sich dabei diese Abmessungen. Die mit dieser Stützkonstruktion erzielbare Kraftverteilung in der Lagerbohrung ist in den Figuren 2b1 und 2b2 dargestellt.

25 Die Figur 1b verdeutlicht anhand einer Schnittdarstellung dabei anhand zweier Ansichten I-I und II-II einander gegenübergestellt, die Änderung des Profilverlaufes der Ausnehmung 20 in Richtung der Gelenkachse G parallel zur Zapfenachse Z1 ausgehend von der Außenfläche 18 der Gelenkgabelhälfte 4.1 betrachtet. Daraus wird ersichtlich, daß die Profilbreite b1 und die Profiltiefe t1 im Bereich der Außenfläche 18 der Gelenkgabelhälfte 4.1 erheblich größer ausgeführt sind, als im Bereich der Innenfläche 22 der

30 Gelenkgabelhälfte 4.1. Die Abmessungen in diesem Bereich sind mit b2 und t2 bezeichnet.

Die in den Figuren 1a und 1b dargestellte Ausführung einer Ausnehmung 20 stellt eine bevorzugte Ausgestaltung dar. Die erfindungsgemäße Lösung ist jedoch nicht an diese Ausführung gebunden. Denkbar sind Modifikationen in der Profildarstellung, insbesondere hinsichtlich der Form des Profils der Ausnehmung und/oder der Auslegung des Profils hinsichtlich seiner Breite, Tiefe und Länge, das heißt Erstreckung in Richtung zur Gelenkachse G parallel zur Zapfenachse Z1 des in der Gelenkgabelhälfte 4.1 gelagerten Zapfens. Die konkrete Ausgestaltung der Ausnehmung 20 hängt dabei vom konkreten Einsatzfall ab und liegt im Ermessen des zuständigen Fachmannes. Die Größe der örtlichen Ausnehmung in der Stützfläche wird dabei durch wenigstens eine der nachfolgend genannten Größen, vorzugsweise jedoch die Kombination der einzelnen Größen bestimmt:

- Höhe der zu übertragenden Kraft
- Geometrie der Lageranschlüsselemente, Lagergehäuse beziehungsweise Gelenkgabelhälfte und Zapfenkreuz
- Verformung der Lageranschlüsselemente unter Last, insbesondere der Gelenkgabelhälfte, des Zapfenkreuzes sowie der Wälzelemente beziehungsweise der die Laufflächen für die Wälzelemente tragenden Elemente
- Lagerspiel

Die erfindungsgemäße Lösung des Vorsehens von örtlichen Ausnehmungen in der Stützfläche der Lagerbohrung weicht dabei erheblich von der normalerweise geforderten exakten Lagerbohrungs-bzw. Kreisgeometrie ab. Das in die Stützfläche eingearbeitete Profil der Ausnehmung überdeckt dabei circa 1/10 bis 5/10 der Stützfläche. Die konkrete Lage in Umfangsrichtung der Lagerbohrung betrachtet, sowie die konkrete Ausgestaltung des Profils hinsichtlich Form, Tiefe, Breite und Länge werden vom Belastungsfall bestimmt, welcher durch die oben genannten Größen beschreibbar ist.

- Die Figur 3 verdeutlicht in schematisch vereinfachter Darstellung anhand eines Ausschnittes aus einer Gelenkgabelhälfte 4.1, welche in Schnittdarstellung wiedergegeben ist, das Zusammenwirken mit einem Werkzeug 23 zur Bearbeitung der Lagerbohrung 9, insbesondere der Stützfläche 10 zur
- 5 Einarbeitung der erfindungsgemäß vorzusehenden Ausnehmungen 20. Die Einarbeitung der Ausnehmungen 20 erfolgt dabei durch das Zusammenwirken einer Werkzeugspindel 24 mit der Lagerbohrung 9. Die Werkzeugspindel 24 weist dabei einen Durchmesser  $d$  auf, welcher dem Durchmesser der Lagerbohrung entspricht. Mit dieser Werkzeugspindel 24 kann bereits auch die Lagerbohrung in die Gelenkgabelhälfte 4.1 eingearbeitet werden. Die Einarbeitung der Lagerbohrung erfolgt dabei durch Führung der Werkzeugspindel 24 mit seiner Achse A entsprechend der theoretisch bei zylindrischer Ausführung der Lagerbohrung 9 zugehörigen Lager- bzw.
- 15 Mittenachse  $A_L$ , welche der Zapfenachse Z1 des in der Gelenkgabel gelagerten Zapfens entspricht. Die Einarbeitung der Ausnehmung 20 in die Stützfläche 10, welche durch die Lagerbohrung 9 gebildet wird, erfolgt dann durch Neigung der Achse der Werkzeugspindel A gegenüber der theoretischen Mittenachse der Lagerbohrung 9, welche in Einbaulage des Zapfens der Zapfenachse Z1 des in der Gelenkgabel gelagerten Zapfens entspricht. Der Neigungswinkel  $E$  bestimmt dabei entsprechend seiner Größe und Richtung bezogen auf eine Ebene E, die sich durch die Zapfenachse Z1 des in der Gelenkgabelhälfte 4.1 theoretisch gelagerten Zapfens und die Gelenkachse G, welche der Symmetrieachse beziehungsweise Rotationsachse der Gelenkwelle entspricht, beschreiben läßt, die Lage und
- 25 Größe der in der Stützfläche 10 der Lagerbohrung 9 erzeugten Ausnehmung 20 und dementsprechend die Verbesserung der Kraftverteilung in der Wälzlageranordnung unter Last gegenüber einer konventionell ausgeführten Lageranordnung, insbesondere Lagerbohrung 9 mit zylindrischer Stützfläche.
- 30 Vorzugsweise erfolgt die Nachbearbeitung der Lagerbohrung 9 durch Fräsen. Denkbar sind jedoch auch andere Bearbeitungsverfahren, wie beispielsweise



Schleifen, Erosion, Verdichten, insbesondere Schlagverdichten, Schaben  
sowie Perforieren, wobei im letztgenannten Fall durch das Vorsehen einer  
Perforation die Stützstruktur elastisch oder plastisch verformbar gestaltet  
werden kann.

# Bezugszeichenliste

	1	Kreuzgelenkanordnung
	2	Zapfenlagerung
5	3	Zapfenkreuz
	4	Gelenkgabel
	4.1	Gelenkgabelhälfte
	5	Zapfenanordnung
	6	Zapfen
	7	Fußteil
	8	Lagerteil
	9	Lagerbohrung
	10	Stützfläche
	11	Wälzlageranordnung
15	12	Radiallager
	13	Außenring
	14	Wälzelemente
	15	Innenring
<hr/>		
	16	Erste innere Lauffläche
	17	Zweite äußere Lauffläche
	18	Außenfläche der Gelenkgabelhälfte
	19	Flächenbereich
	20	Ausnehmung
	21	Profil
25	22	Innenfläche der Gelenkgabelhälfte
	24	Werkzeugspindel
	Z1	Zapfenachse des in der Gelenkgabelhälfte gelagerten Zapfens
	G	Gelenkachse
	F <sub>u</sub>	Umfangskraft
30	A	Achse der Werkzeugspindel
	$\alpha$	Neigungswinkel der Zapfenbiegeline

- $\beta_B$  Schrägstellung der Lagerung  
 $\gamma$  Gesamtverdrehwinkel  
 $\Xi$  Winkel zwischen Mittenachse der Lagerbohrung und Symmetrieachse  
der Werkzeugspindel  
5  $f_B$  Verschiebung der Lagerbohrung  
 $f_a$  Gesamtweg der Verschiebung

### Patentansprüche

- 5
1. Gelenkgabel (4) für den Einsatz in Gelenkwellen;
    - 1.1 mit wenigstens einem Fußteil zur Kopplung an ein antriebs- oder abtriebseitiges Maschinenelement;
    - 1.2 mit wenigstens einem Lagerteil (8), umfassend eine Lagerbohrung (9), welche eine Stützfläche zur Abstützung wenigstens eines Teilbereiches einer Wälzlageranordnung (11) zur Lagerung eines Zapfens (6) eines Zapfenkreuzes (3) in der Gelenkgabel (4) bildet;  
gekennzeichnet durch das folgende Merkmal:
    - 1.3 die Stützfläche (10) weist wenigstens im Bereich der im montierten Zustand bei Drehmomentenübertragung höchst beanspruchten Wälzelemente (14) der Wälzlageranordnung (11) eine örtliche Ausnehmung auf.
- 15
2. Gelenkgabel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Lage und/oder das Profil beziehungsweise die Form und/oder die Größe der Ausnehmung in Abhängigkeit von wenigstens einer, den Belastungsfall wenigstens mittelbar charakterisierenden Größe bestimmt wird.
- 
3. Gelenkgabel nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß als Größen zur Charakterisierung des Belastungsfalls wenigstens eine der nachfolgend genannten Größen verwendet wird:
    - Größe der zu übertragenden Kraft und/oder
    - Geometrie der Anschlußteile der Wälzlageranordnung und/oder
    - Verformung der Anschlußelemente der Wälzlageranordnung und/oder
    - Lagerspiel.
- 25
- 30

4. Gelenkgabel nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausnehmung (20) in Einbaulage betrachtet in den in Umfangsrichtung weisenden Flächenbereichen (19) der Stützfläche (10) angeordnet ist.

5

5. Gelenkgabel nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausnehmung (20) sich in Einbaulage parallel zur Zapfenachse (Z1) des in der Lagerbohrung (9) gelagerten Zapfens (6) in Richtung zur Gelenkachse (G) hin über die gesamte Erstreckung der Lagerbohrung (9) erstreckt.

15

6. Gelenkgabel nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Profil der Ausnehmung (20) in der Stützfläche (10) über die Erstreckungsrichtung der Ausnehmung (20) in Richtung parallel zur Zapfenachse (Z1) des in der Gelenkgabel (4) gelagerten Zapfens (6) einer Zapfenanordnung (5) zur Gelenkachse (G) hin eine Änderung erfährt.

25

7. Gelenkgabel nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Profiländerung der Ausnehmung (20) in Richtung parallel zur Zapfenachse (Z1) des in der Gelenkgabel (4) gelagerten Zapfens (6) des Zapfenkreuzes (3) hinsichtlich seiner Breite in Umfangsrichtung der Lagerbohrung (9) betrachtet und seiner Erstreckung in Richtung der Erstreckung der Lagerbohrung (9) in Richtung der Gelenkachse (G) eine Verringerung erfährt.

30

8. Gelenkgabel nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausnehmungen (20) hinsichtlich einer Ebene (E), welche sich durch die Zapfenachse des in der Gelenkgabel gelagerten Zapfens (6) eines Zapfenkreuzes (3) und die Gelenkachse (G) beschreiben läßt, symmetrisch angeordnet sind.

- 5 9. Gelenkgabel nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Stützfläche (10) und/oder die durch die Ausnehmung (20) beschreibbare Fläche der Stützfläche (10) oberflächenbehandelt sind.
10. Gelenkgabel nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Stützfläche (10) und/oder die Ausnehmung (20) mit einer Perforation versehen sind.
11. Gelenkgabel nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausnehmung (20) durch Schlagverdichten behandelt ist.
- 15 12. Gelenkgabel nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß diese wenigstens zwei Gelenkgabelhälften (4.1) umfaßt, wobei jede Gelenkgabelhälfte (4.1) einen Fußteil und einen Lagerteil aufweist.
- 
13. Gelenkgabel nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Lagerbohrung (9) als Blindbohrung ausgeführt ist.
- 25 14. Verfahren zur Herstellung einer Stützfläche (10) zur Realisierung einer gleichmäßigen Lastverteilung von Wälzelementen einer Wälzlageranordnung für die Lagerung von Zapfen (6) eines Zapfenkreuzes (3) in einer Gelenkgabel (4) mit einer örtlichen Ausnehmung (20), nach einem der Ansprüche A1 bis A13, dadurch gekennzeichnet, daß gegenüber der Einarbeitung der Lagerbohrung (9) in die Gelenkgabel (4) die verwendete Werkzeugspindel hinsichtlich
- 30 ihrer Führungssachse A geneigt gegenüber der theoretischen Mittenachse  $A_L$  einer zylindrischen Lagerbohrung geführt wird.

5 15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Lage der Ausnehmungen (20) und deren Abmessungen jeweils durch die Größe des Neigungswinkels zwischen der Führungssachse der Werkzeugspindel (24) und der theoretischen Mittelnachse  $A_L$  der Lagerbohrung (9) sowie die Neigungsrichtung bestimmt werden.

16. Lageranordnung zur Lagerung von Zapfenkreuzen in einer Gelenkgabel (4) für den Einsatz in Gelenkwellen;

16.1 mit einem in einer Lagerbohrung im Lagerteil der Gelenkgabel angeordneten Radiallager, umfassend eine Mehrzahl Wälzelemente, ein erstes, eine äußere Lauffläche bildendes Element und ein zweites, eine innere Lauffläche bildendes Element;

15 16.2 die äußere Lauffläche bildet eine erste Stützfläche und die innere Lauffläche eine zweite Stützfläche für die Wälzelemente;

gekennzeichnet durch die folgenden Merkmale:

16.2 die erste Stützfläche weist wenigstens im Bereich der im montierten Zustand bei Drehmomentenübertragung höchst beanspruchten

---

Wälzelemente des Radiallagers eine örtliche Ausnehmung auf.

25 16. Lageranordnung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Lage und/oder das Profil beziehungsweise die Form und/oder die Größe der Ausnehmung in Abhängigkeit von wenigstens einer, den Belastungsfall wenigstens mittelbar charakterisierenden Größe bestimmt wird.

18. Lageranordnung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß als Größen zur Charakterisierung des Belastungsfalls wenigstens eine der nachfolgend genannten Größen verwendet wird:

- 30
- Größe der zu übertragenden Kraft und/oder
  - Geometrie der Anschlußteile der Wälzlageranordnung und/oder

- Verformung der Anschlußelemente der Wälzlageranordnung  
und/oder  
-Lagerspiel.

5      19.      Lageranordnung nach einem der Ansprüche 16 bis 18, dadurch  
gekennzeichnet, daß die Ausnehmung in Einbaulage betrachtet in den  
in Umfangsrichtung weisenden Flächenbereichen der Stützfläche  
angeordnet ist.

20.      Lageranordnung nach einem der Ansprüche 16 bis 19, dadurch  
gekennzeichnet, daß die Ausnehmung sich in Einbaulage parallel zur  
Zapfenachse des in der Lagerbohrung gelagerten Zapfens in Richtung  
zur Gelenkachse hin über die gesamte Erstreckung der Lauffläche  
erstreckt.

15

21.      Lageranordnung nach einem der Ansprüche 16 bis 20, dadurch  
gekennzeichnet, daß das Profil der Ausnehmung in der Stützfläche  
über die Erstreckungsrichtung der Ausnehmung in Richtung parallel zur  
Zapfenachse des in der Gelenkgabel gelagerten Zapfens einer  
Zapfenanordnung zur Gelenkachse hin eine Änderung erfährt.

22.      Lageranordnung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß die  
Profiländerung der Ausnehmung in Richtung parallel zur Zapfenachse  
(Z1) des in der Gelenkgabel gelagerten Zapfens des Zapfenkreuzes  
hinsichtlich seiner Breite in Umfangsrichtung der äußeren Lauffläche  
betrachtet und seiner Erstreckung in Richtung der Erstreckung der  
Lauffläche in Richtung der Gelenkachse eine Verringerung erfährt.

25

23.      Lageranordnung nach einem der Ansprüche 16 bis 22, dadurch  
gekennzeichnet, daß die Ausnehmungen hinsichtlich einer Ebene (E),  
welch sich durch die Zapfenachse des in der Gelenkgabel gelagerten

30



Zapfens eines Zapfenkreuzes und die Gelenkachse (G) beschreiben  
läßt, symmetrisch angeordnet sind.

- 5      24. Lageranordnung nach einem der Ansprüche 16 bis 24, dadurch  
gekennzeichnet, daß die Stützfläche (10) und/oder die durch die  
Ausnehmung (20) beschreibbare Fläche der Stützfläche (10)  
oberflächenbehandelt sind.

Gelenkgabel, Verfahren zur Herstellung einer Stützfläche zur Realisierung  
einer gleichmäßigen Lastverteilung und Lageranordnung

Zusammenfassung

5

Die Erfindung betrifft eine Gelenkgabel für den Einsatz in Gelenkwellen;  
mit wenigstens einem Fußteil zur Kopplung an ein antriebs- oder  
abtriebseitiges Maschinenelement;  
mit wenigstens einem Lagerteil, umfassend eine Lagerbohrung, welche eine  
Stützfläche zur Abstützung wenigstens eines Teilbereiches einer  
Wälzlageranordnung zur Lagerung eines Zapfens eines Zapfenkreuzes in der  
Gelenkgabel bildet.

15

Die Erfindung ist gekennzeichnet durch das folgende Merkmal:  
Die Stützfläche weist wenigstens im Bereich der im montierten Zustand bei  
Drehmomentenübertragung höchst beanspruchten Wälzelemente der  
Wälzlageranordnung eine örtliche Ausnehmung auf.

Fig. 1a

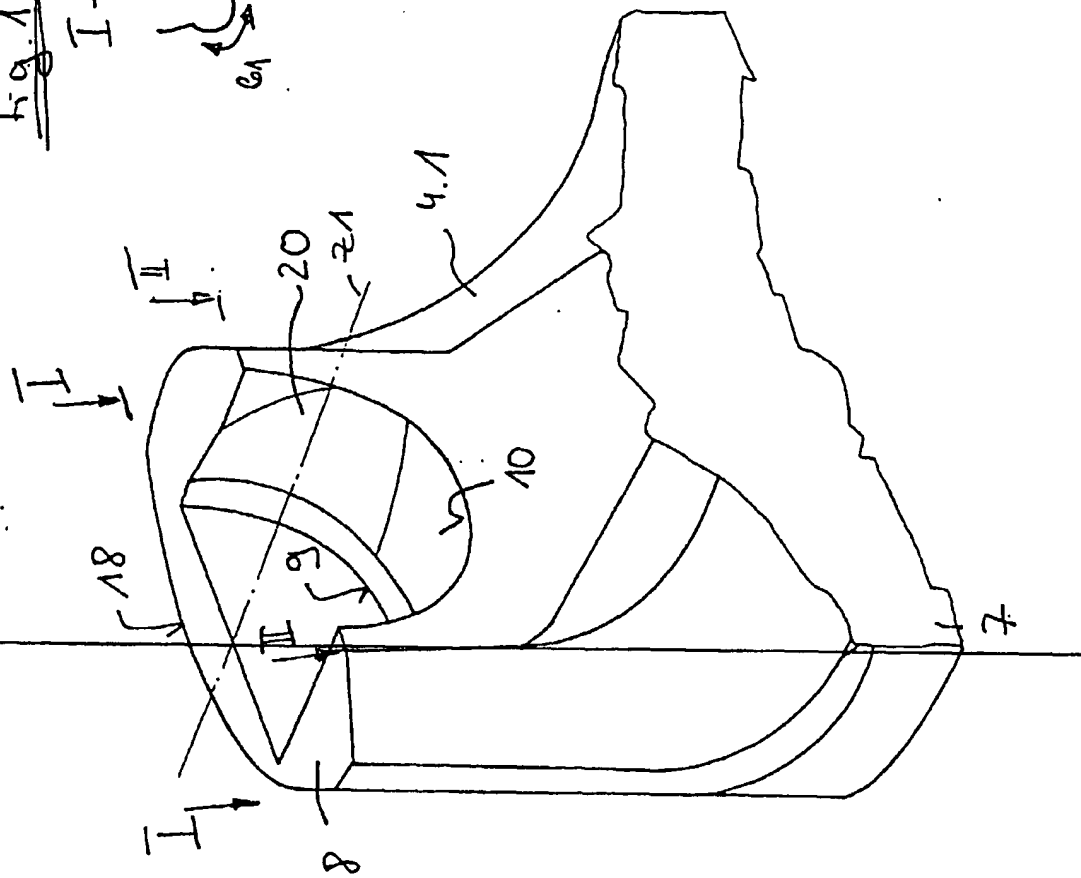


Fig. 1b

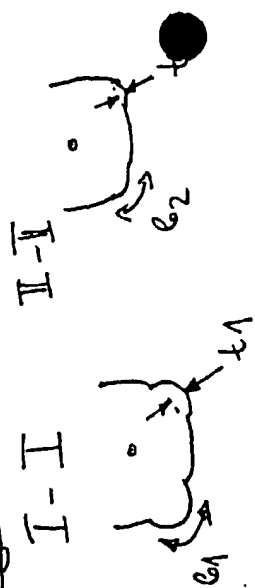




Fig. 2a4

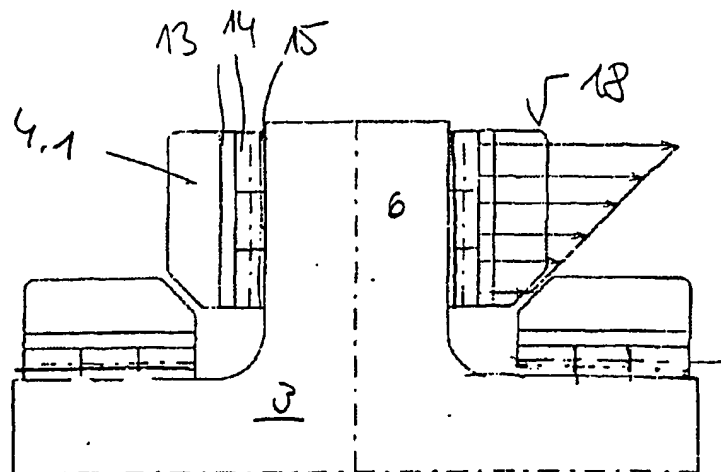


Fig. 2a3

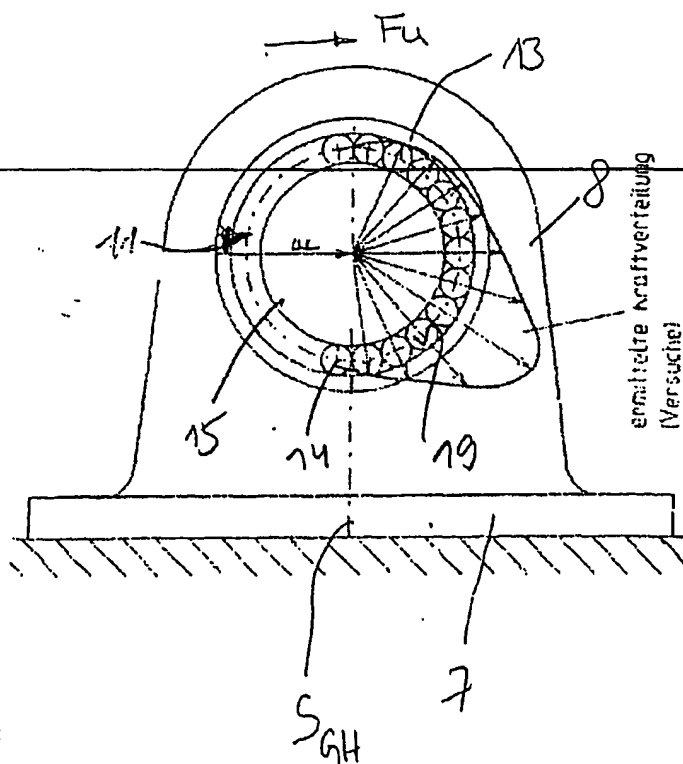


Fig. 2b

